



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 594 996 A2**

(2)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 93114600.5

(51) Int. Cl. 5: G02B 6/26, G02B 6/255

(22) Anmelddatum: 10.09.93

(33) Priorität: 30.10.92 DE 4236806

(71) Anmelder: Siemens Aktiengesellschaft  
Wittelsbacherplatz 2  
D-80333 München(DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
04.05.94 Patentblatt 94/18

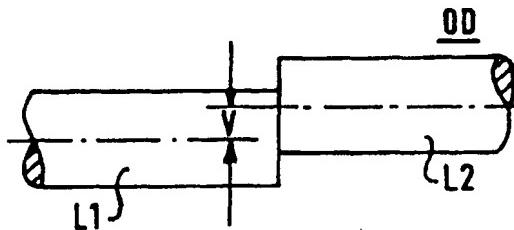
(72) Erfinder: Finzel, Lothar  
Münchner Ring 2  
D-85716 Unterschleißheim(DE)  
Erfinder: Loch, Manfred, Dr.  
Knotestrasse 16  
D-81479 München(DE)

(64) Benannte Vertragsstaaten:  
DE FR GB IT

(54) Optisches Dämpfungsglied, Verfahren zu seiner Herstellung und ein hierzu geeignetes  
thermisches Spleißgerät.

(55) Das optische Dämpfungsglied besteht aus zwei  
Lichtwellenleitern (L1 und L2) die mit gegeneinander  
versetzten Achsen zusammengeschweißt sind. Ein  
nem gewünschten Dämpfungswert (D) entspricht ein  
empirisch ermittelter Versatz (V) der Lichtwellenlei-  
ter. Durch ein gesteuertes thermisches Spleißgerät  
können Dämpfungsglieder mit hoher Genauigkeit  
hergestellt werden.

FIG 2



EP 0 594 996 A2

Die Erfindung betrifft ein optisches Dämpfungs-  
glied für optische Netze, ein Verfahren zu seiner  
Herstellung und ein thermisches Spleißgerät.

Bei optischen Netzen darf der Empfangspegel  
nur in einem geringen Bereich schwanken. Die  
Summe aller durch linientechnische Komponenten  
wie Koppler, Spleiße und Stecker hervorgerufenen  
Zusatzdämpfung muß daher auf den Sendepegel  
und den minimalen Empfangspegel abgestimmt  
sein. Andererseits ist entsprechend der begrenzten  
Systemdynamik eine bestimmte Grunddämpfung  
erforderlich, z.B. für die Lasersicherheit, die bei  
geringen Leitungslängen nicht gegeben ist. Durch  
Einschalten von Dämpfungsgliedern wird die erfor-  
derliche Grunddämpfung erreicht.

In dem US-Patent 4,557,556 ist ein Verfahren  
zur Herstellung von Dämpfungsgliedern durch Ver-  
schweißen von Lichtwellenleitern mit gegeneinan-  
der versetzten Achsen bekannt.

In dem US-Patent 4,659,217 ist ein Verfahren  
zum Herstellen von Schweißverbindungen bekannt,  
bei dem ein genaues Ausrichten der Lichtwellenlei-  
ter durch Messung der Dämpfung erfolgt.

Die Genauigkeit der mit diesen Verfahren her-  
stellbaren Dämpfungsglieder ist oft nicht ausrei-  
chend, außerdem ist keine Lösung für einen  
Spleißschutz angegeben, der eine temperaturunab-  
hängige Dämpfung sicherstellt.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein geeignetes  
Dämpfungsglied mit hoher Genauigkeit anzugeben.  
Das Dämpfungsglied soll durch einen Spleißschutz  
problemlos einsetzbar und temperaturunabhängig  
sein. Außerdem ist ein geeignetes Verfahren und  
ein Spleißgerät zur Herstellung dieses Dämpfungs-  
gliedes anzugeben.

Die Aufgabe wird durch ein im Patentanspruch  
1 angegebenes Dämpfungsglied gelöst.

In unabhängigen Ansprüchen sind ein geeigne-  
tes Verfahren zur Herstellung des Dämpfungsglie-  
des und ein geeignetes Spleißgerät angegeben.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind  
in den Unteransprüchen angegeben.

Besonders günstig ist die einfache Herstellung  
des Dämpfungsgliedes durch Verschweißen zweier  
Lichtwellenleiter. Durch Dämpfungsmessungen  
während des Schweißens und Steuerung der  
Schweißdauer wird eine hohe Genauigkeit der  
Dämpfung erzielt.

Durch nochmaliges großräumiges Erwärmen  
der Schweißstelle und geringfügiges Ziehen wird  
die Oberfläche der Schweißstelle verbessert und  
die Kernverbiegung teilweise aufgehoben. Da  
Druckspannungen sich radial um den LWL ausbil-  
den, steigt seine Zugfestigkeit und Elastizität an.

Werden die verspleißenen Lichtwellenleiter von  
einer dauerelastischen Masse oder elastischen Fo-  
lie umgeben in einem Spleißschutz befestigt, dann  
weist ihre Dämpfung praktisch keinen Temperatur-

gang auf.

Durch ein U-förmiges Außengehäuse mit fe-  
dernden Schenkeln können die Spleiße auf einer  
Aufnahmeeinrichtung befestigt werden.

5 Vorteilhaft ist die Anordnung eines Dämpfungs-  
glied in einer Minikassette, die gleichzeitig auch  
mindestens eine Spleißeinrichtung zum Anspleißen  
eines Lichtwellenleiters aufweist.

10 Das Dämpfungsglied ist bereits mit einem  
Lichtwellenleiter-Stecker vorkonfektioniert, der an  
eine Teilnehmer-Anschlußeinheit (ONU) geführt  
wird.

15 Das Spleißgerät entspricht im wesentlichen ei-  
nem herkömmlichen Gerät, das mit den notwen-  
digen Meß- und Steuereinrichtungen versehen ist.

Die Erfindung wird anhand von Ausführungs-  
beispielen näher erläutert.

Es zeigen:

- 20 Fig. 1 Ein Prinzipschaltbild zur Durchfüh-  
rung des Verfahrens,  
Fig. 2 Eine Anordnung der Lichtwellenleiter  
beim Verschweißen,  
Fig. 3 Ein Dämpfungsdiagramm,  
Fig. 4 Ein Prinzipschaltbild eines passiven  
optischen Netzes,  
Fig. 5 25 ein Ausführungsbeispiel einer Kas-  
sette mit Dämpfungsglied,  
Fig. 6 den Temperaturgang eines Dämp-  
fungsgliedes in einem herkömmli-  
chen Spleißschutz  
Fig. 7 den Temperaturgang bei Verwen-  
dung eines modifizierten Spleiß-  
schutzes,  
Fig. 8 einen modifizierten Spleißschutz,  
Fig. 9 die Seitenansicht des Spleißschut-  
zes,  
Fig. 10 eine Variante des Spleißschutzes  
und  
Fig. 11 40 eine Schnittdarstellung dieses  
Spleißschutzes.

In Figur 1 ist das Prinzipschaltbild einer Vor-  
richtung zum Herstellen von optischen Dämpfungs-  
gliedern dargestellt. Ein geeignetes thermisches  
45 Spleißgerät B60 wird von der Firma RXS, Profilstra-  
ße 4, D-5800 Hagen 1 hergestellt und ist im Pro-  
spekt Best.-Nr. A 19100-R1-W105-V2 beschrieben.  
Zwei Lichtwellenleiter L1 und L2 sind in zwei Halte-  
ungen 1 und 2 angeordnet, die zum genauen  
50 Zentrieren der Lichtwellenleiterachsen dienen. Bei-  
de Haltevorrichtungen 1 und 2 sind hierbei beweg-  
lich ausgeführt. Bisher erfolgte eine exakte Justie-  
rung der Lichtwellenleiter vor dem Schweißvor-  
gang. Zunächst erfolgt diese Justierung auch bei  
55 der Herstellung eines Dämpfungsgliedes. Nunmehr  
kann aber über eine Eingabeeinrichtung 3 und eine  
Steuerung 4 eine gewünschte Dämpfung gewählt  
werden, die einem bestimmten Versatz zwischen  
den Achsen der Lichtwellenleiter L1 und L2 ent-

spricht. Die Steuerung 4 setzt den gewünschten Dämpfungswert in den entsprechenden Versatz V um. Anschließend erfolgt die Verschweißung der Lichtwellenleiter L1 und L2 in bekannter Weise.

Figur 2 zeigt den Versatz V zwischen den Achsen der Lichtwellenleiter L1 und L2 eines optischen Dämpfungsgliedes OD.

In Figur 3 ist ein Diagramm angegeben, das den Dämpfungswert D in Abhängigkeit vom Versatz V und der Schweißzeit TS als Parameter angibt.

Die Dämpfung D errechnet sich näherungsweise zu

$$D = 10 \lg \left( e^{-k \left( \frac{v}{w} \right)^2} \right)$$

wobei w der Feldradius (Radius) der zu verspielbenden Lichtwellenleiter ist. Der Faktor k ist eine Funktion der Schweißzeit. Es muß noch ein Dämpfungswert für den Luftspalt, bei exakt ausgerichteten Fasern 0,3 dB, berücksichtigt werden.

Der absichtlich eingestellte Versatz der Fasern führt beim Verspleißen an der Koppelstelle zu einer Kernverbiegung (Deformation der ursprünglichen Lichtwellenleiterstruktur), die durch den Selbstzentrieffekt, bedingt durch die Oberflächenspannung, hervorgerufen wird. Diese Kerndeformation wird um so stärker sein, je länger die Schweißzeit TS ist.

Zur genauen Berechnung des erforderlichen Versatzes wäre eine äußerst komplizierte Berechnung nötig, die gerade bei Dämpfungsspleißen mit relativ hoher Dämpfung zu wesentlich höheren Fehlern führen würde als bei der hier beschriebenen "on-line"-Messung während des Verschweißens.

Für den Aufbau von optischen Netzen sind Dämpfungsglieder mit nur wenigen unterschiedlichen Dämpfungswerten ausreichend. Mit einer Stufung der Dämpfungswerte um 0,5 bis 1 dB können alle Anforderungen bis zu ca. 10 dB Dämpfung erfüllt werden. Größerer Faserversatz hat einen stärkeren Einfluß auf die Oberflächenspannung und damit auf die Kerndeformation. Die Herstellungstoleranzen werden größer.

Bei der Herstellung von Dämpfungsgliedern erfolgt zunächst eine genaue Zentrierung der Achsen beider Lichtwellenleiter L1 und L2. Dies kann im Prinzip optisch erfolgen. Ebenso kann auch in einen ersten Biegekoppler 14 vom Spleißgerät ein Meßsignal eingekoppelt werden. Im zweiten Biegekoppler 15 wird Licht ausgekoppelt und der Pegel gemessen. Die Lichtwellenleiter L1 und L2 werden solange justiert, bis die Dämpfung minimal ist und

beispielsweise bei gut präparierten Faserenden 0,3 dB beträgt. Soll nun ein Dämpfungsglied von 3 dB hergestellt werden, so ist ein Versatz V einzustellen, der einer Dämpfung größer 3,3 dB entspricht.

- 5 Die vor dem Schweißvorgang meßbare Dämpfung muß größer als die gewünschte Dämpfung sein, da sich - neben dem Abfall um 0,3 dB - während des Schweißens aufgrund des Selbstzentrieffekts die Dämpfung reduziert. Zur Berücksichtigung dieses Effektes ist folglich ein größerer Versatz einzustellen. Der einzustellende zusätzliche Versatz hängt vom radialen Versatz selbst und der Schweißzeit TS ab. Der einzustellende Versatz entsprechend dem gewünschten Dämpfungswert einer Tabelle bzw. einem Speicherbaustein entnommen werden.
- 10
- 15

Eine hohe Genauigkeit der Dämpfung wird durch eine Messung während des Schweißvorgangs ("on-line-Messung") erzielt. Während des Schweißvorgangs wird die Dämpfung ständig kontrolliert, und der Schweißvorgang wird zum richtigen Zeitpunkt beendet.

- 20
- 25

Die Dämpfung sinkt nach Fig. 3, besonders stark bei größerem Versatz V, mit der Schweißdauer, da durch die Oberflächenspannung die Fasern ausgerichtet werden.

- 30
- 35
- 40
- 45

Es können natürlich auch Lichtwellenleiter mit unterschiedlichen Coatingdurchmessern, z.B. 250 µm und 900 µm, bzw. unterschiedlichen Claddingdurchmessern zu einem Dämpfungsglied verschweißt werden. Es ist auch möglich nicht konzentrisch aufgebaute LWL mit Kernversatz zu verspleißen. Dies hat den Vorteil, daß der Mantel der Lichtwellenleiter an der Schweißstelle keinen oder nur einen geringen Versatz aufweist.

- 50
- 55

Nach dem Verschweißen wird die Schweißstelle und ihre Umgebung auf ca. 1300° bis 1500° erwärmt und um ca 50 bis 100 nm ausgezogen. Hierdurch wird die Oberflächenstruktur verbessert, Risse in der Oberfläche verschwinden, die Verteilung der radialen Druckspannungen um den LWL ist gleichmäßig, und die Schweißstelle wird weitgehend frei von unerwünschten Spannungen.

Durch mechanische Spleißschutzvorrichtungen können die Dämpfungsglieder OD mechanisch geschützt werden.

Wird ein durch Schweißen hergestelltes optisches Dämpfungsglied in einen herkömmlichen Spleißschutz (z.B. ANT-Krimpschutz) angeordnet, so wird dessen Temperaturgang auf die Schweißstelle übertragen (Fig. 6).

Wird dagegen die übliche Dichtungsmasse durch eine plastische Masse oder eine plastische Folie ersetzt, beispielsweise durch die 3M-Folie 467 high performance Bestell-Nr.

970 56 36 N oder vom Typ 9568 der Firma 3 M Deutschland, Klebebandsysteme 4040 Neuss 1, Carl-Schurz-Straße 1, so ergibt sich ein wesentlich verbesserter Temperaturgang (Fig. 7).

In Figur 8 und Figur 9 ist ein Dämpfungsglied OD dargestellt, das in eine Folie (Klebefolie) 16 eingebettet ist, diese ist von einem herkömmlichen Spleißschutz 17 umgeben. Durch die Folie wird die Schweißstelle gegen Umwelteinflüsse abgeschirmt.

Die Figuren 10 und 11 zeigen eine weitere Ausführung eines kompletten Dämpfungsgliedes OD, das in ein u-förmiges Außengehäuse 20 eingesetzt ist. Die Schweißstelle ist wieder von einem elastischen Klebefilm 16 umgeben, der von einem inneren Schutzgehäuse 18 umgeben sein kann. Zum Schutz gegen mechanische Belastung ist das Schutzgehäuse von einer Silikonmasse 19 umgeben und in das Außengehäuse eingefügt. Dieses kann mit seinen freien Schenkeln in eine als "Spleißkamm" bezeichnete Aufnahmeeinrichtung 21 eingefügt werden. Die kegelförmig ausgebildeten Enden der Silikonmasse dienen als Knickschutz.

Figur 4 zeigt ein Prinzipschaltbild eines optischen Netzes PON. An eine Sendeeinrichtung SE sind über mindestens einen Splitter 6 über unterschiedlich lange Lichtwellenleiter-Kabel 7 Empfangseinrichtungen DU angeschlossen. Die Sendeleistung ist hier für den längsten Signalweg, der mehrere Spleißeinrichtungen 8 aufweist, gerade ausreichend. Für den Anschluß an eine Empfangseinrichtung kann jeweils ein optischer Stecker 5 vorgesehen sein. Die kürzeren Signalwege weisen jeweils ein optisches Dämpfungsglied OD1 bzw. OD2 auf, so daß die Empfangspegel im gewünschten Bereich liegen. Dies gilt für vorkonfektionierte Dämpfungsglieder.

Das Dämpfungsglied kann auch bei der Montage des optischen Netzes beim Verbinden des Lichtwellenleiters mit der Empfangseinrichtung DU oder als ohnehin erforderlicher Spleiß 8 realisiert werden. In diesem Fall wird das Schweißgerät so programmiert, daß genau der gewünschte Empfangspegel am Eingang der Empfangseinrichtung anliegt.

In Figur 5 ist eine Kassette 10 dargestellt, in der ein Dämpfungsglied OD und mindestens eine Spleißeinrichtung 8 in einer Halterung 11 angeordnet sind. Die Halterung kann auch so ausgebildet sein, daß sie zusätzlich das Dämpfungsglied aufnehmen kann. An das Dämpfungsglied ist bereits über eine Anschlußader 9 der optische Stecker 5 angeschlossen. Zum Anschluß einer Lichtwellenleiter-Ader 7 ist die Spleißeinrichtung 8 (ein mechanischer oder thermischer Spleiß) vorgesehen. Reservelängen der Lichtwellenleiter werden in der Kassette untergebracht.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines optischen Dämpfungsgliedes (OD), bei dem zunächst

zwei Lichtwellenleiter (L1, L2) in zwei Halterungen (1, 2) eines Spleißgerätes (SG) fixiert werden, dann eine genaue optische Ausrichtung der Achsen der Lichtwellenleiter (L1, L2) erfolgt und anschließend entsprechend eines gewählten Dämpfungswertes (D) bzw. eines Versatzes (V) die Achsen der Lichtwellenleiter (L1, L2) um den Versatz (V) gegeneinander verschoben werden,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß während des Verschweißens der Dämpfungswert (D) gemessen wird und  
 daß beim Erreichen des gewünschten Dämpfungswertes (D) der Schweißvorgang abgebrochen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß zur Ausrichtung der Achsen der Lichtwellenleiter (L1, L2) die Dämpfung (D) gemessen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß die Schweißstelle erwärmt und geringfügig gezogen wird.
4. Optisches Dämpfungsglied (OD), das zwei miteinander verschweißte Lichtwellenleiter (L1 und L2) aufweist, deren Achsen gegeneinander verschoben sind,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß zumindest die Lichtwellenleiter (L1, L2) von einer elastischen Masse (16) umgeben in einem Spleißschutz (17) eingesetzt sind.
5. Optisches Dämpfungsglied nach Anspruch 4,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß die Lichtwellenleiter (L1, L2) an ihrer Schweißstelle mit einer Klebefolie (16) versehen ist, die auch das angrenzende Coating umfaßt.
6. Optisches Dämpfungsglied nach Anspruch 5,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß die Klebefolie (16) eine Stärke von 100 bis 200 µm aufweist, elastisch/plastisch ist und sich der Durchmesserdifferenz von Coating- zu Claddingdurchmesser anpaßt.
7. Optisches Dämpfungsglied nach den Ansprüchen 4 bis 6,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
 daß es in einem U-förmigen Außengehäuse (20) mit überstehenden Schenkeln angeordnet ist, die in einen Spleißkamm (21) einsetzbar sind.

8. Spleißgerät nach einem der Ansprüche 4 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Einbettungssilikon sich kegelförmig  
zum LWL verjüngt.

5

9. Spleißgerät zum elektrischen Verschweißen  
von Lichtwellenleitern (L1, L2)  
dadurch gekennzeichnet,  
daß eine Eingabeeinrichtung (3) für die ge-  
wünschte Dämpfung und eine Steuerung (4)  
vorgesehen sind, die die Achsen beider Licht-  
wellenleiter (L1, L2) gegeneinander derart ver-  
schiebt, daß der eingegebene Dämpfungswert  
(D) beim folgenden Schweißvorgang erreicht  
wird, daß während des Schweißens eine Mes-  
lung der Dämpfung (D) erfolgt und daß der  
Schweißvorgang beim Erreichen eines vorge-  
gebenen Dämpfungswertes abgebrochen wird.

10

15

10. Spleißgerät nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Biegekoppler (14) zum Einkoppeln ei-  
nes Meß-Signals vor der Spleißstelle und ein  
weiterer Biegekoppler (15) zum Auskoppeln  
des Meßsignals vorgesehen sind.

20

25

11. Spleißgerät nach Anspruch 9 oder 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Steuerung (4) aufgrund einer Dämp-  
fungsmessung den Versatz (V) einstellt.

30

35

40

45

50

55

5

FIG 1

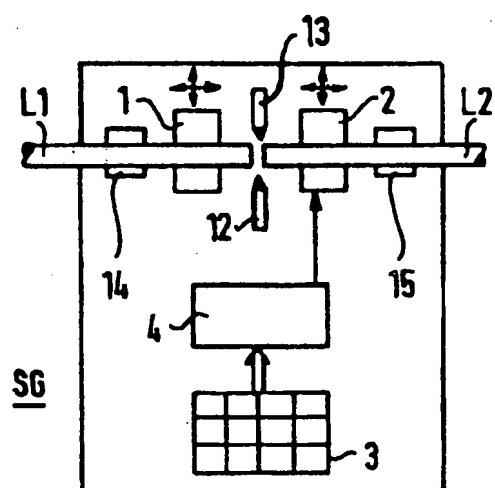


FIG 2

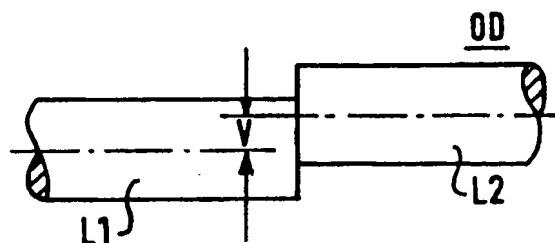


FIG 3

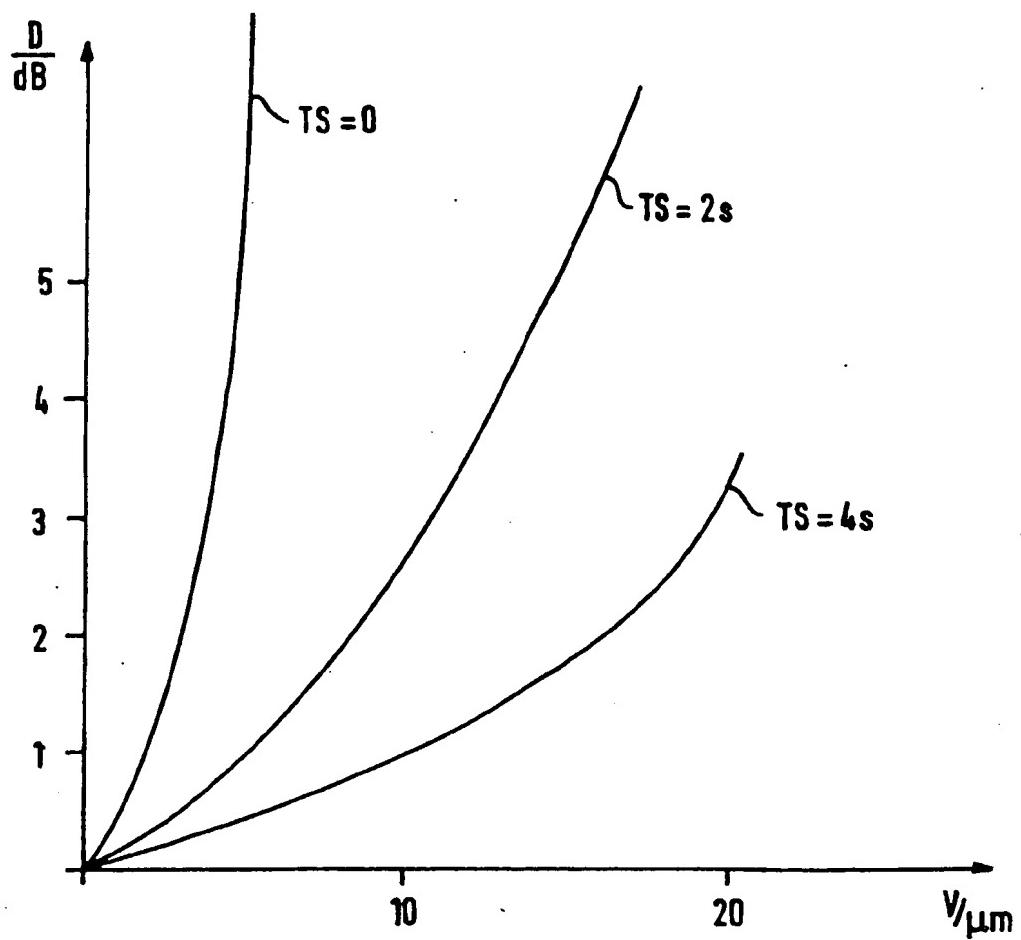


FIG 4

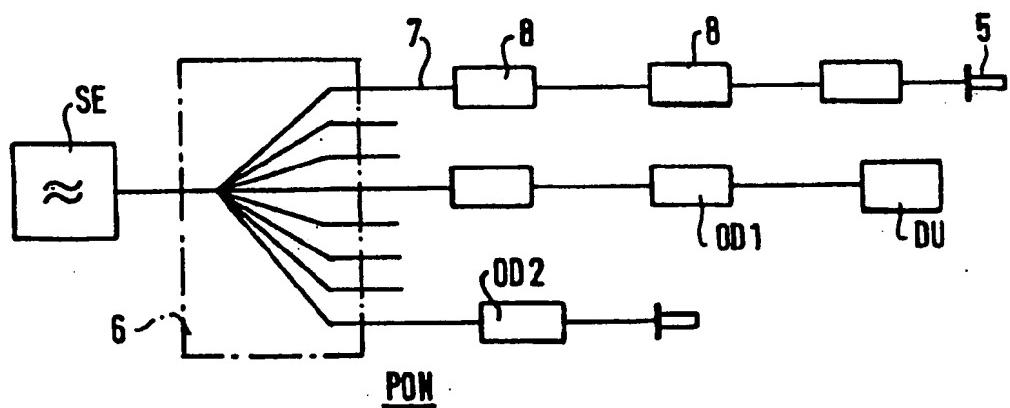


FIG 5

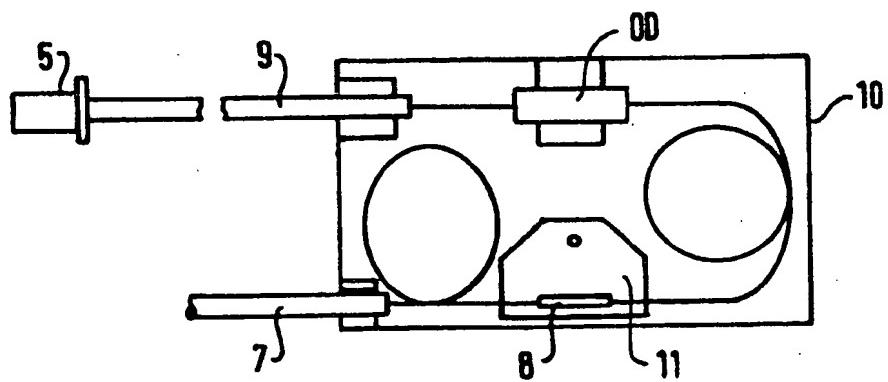


FIG 6

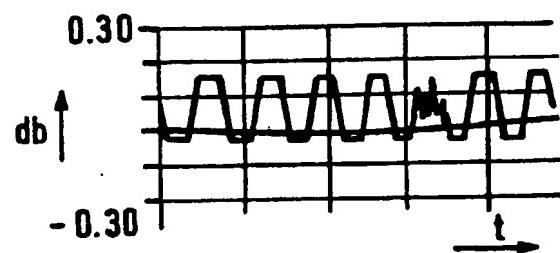
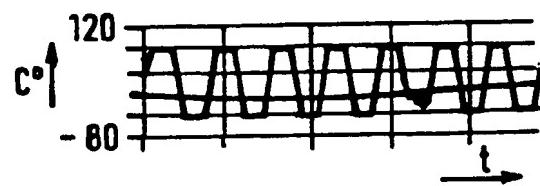


FIG 7

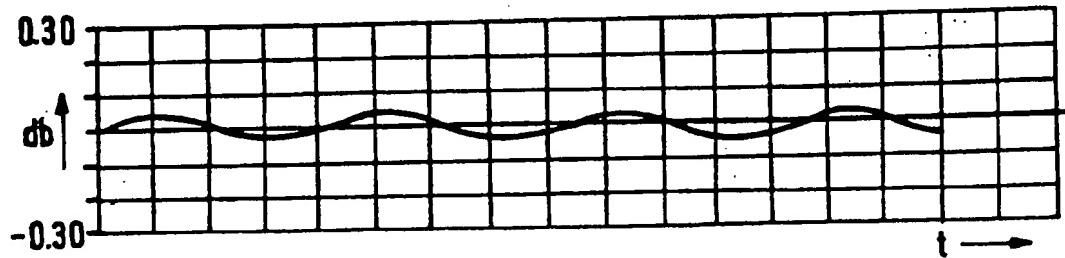
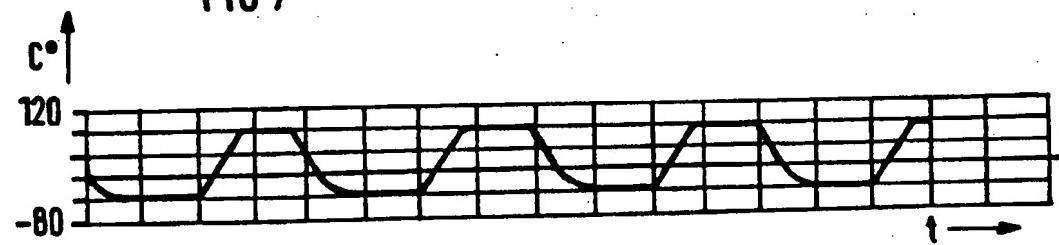


FIG 8

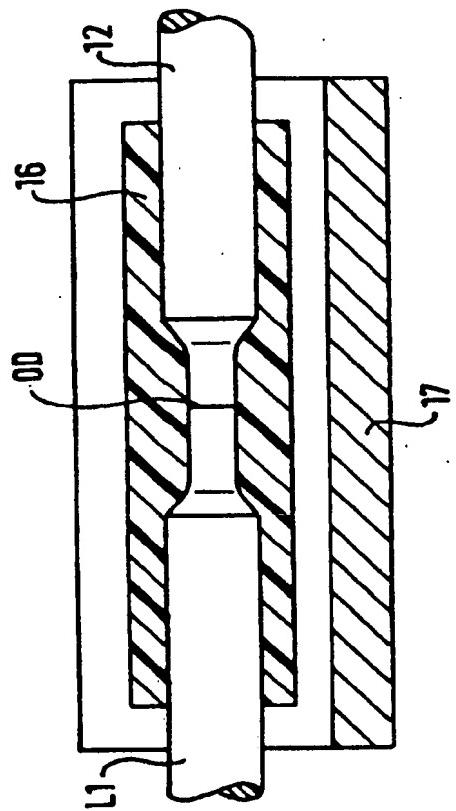


FIG 9

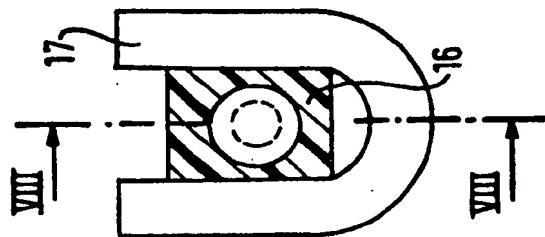


FIG 10

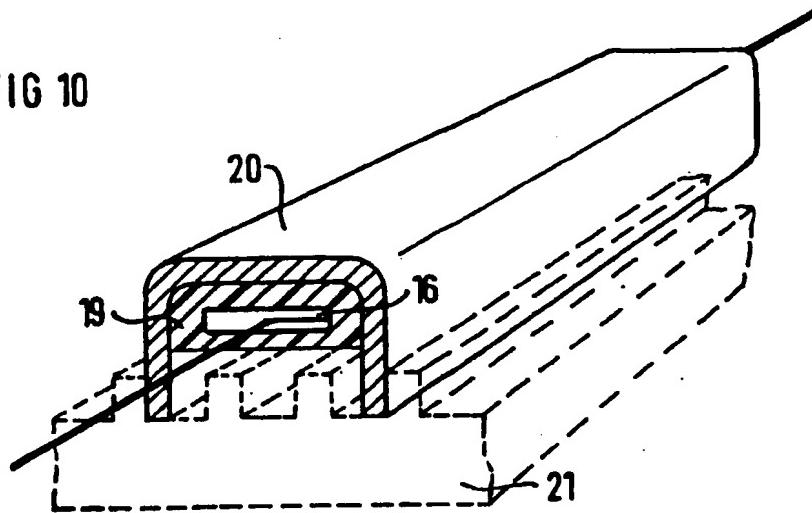


FIG 11

